

· 岭南中医药 ·

广藿香种植生态因子分析与生态种植模式研究进展

包韵滋^{1,2}, 陈林源^{1,2}, 邱铠滢^{1,2}, 倪燕妹³, 丁汉卿³, 王丽平^{1,2},
刘子琪⁴, 詹若挺^{1,2}, 陈立凯^{1,2,4}

(1. 广州中医药大学中药学院, 广东广州 510006; 2. 广州中医药大学岭南中药资源教育部重点实验室, 广东广州 510006; 3. 广东农垦热带农业研究院有限公司, 广东广州 510507; 4. 广东银田农业科技有限公司, 广东云浮 527300)

摘要: 广藿香是著名的南药, 为现代医药和工业的重要原料, 市场需求量较大。但因广藿香生长过程中存在严重的连作障碍, 导致广藿香病害加重、品质下降。该文概述了适宜广藿香生长的生态因子如气候因子、土壤因子和地形因子, 分析了其种植中存在的连作障碍与病害问题, 综述了广藿香现有的轮作、间作、套种和林下种植等生态种植模式, 并对广藿香生态种植模式的经济效益、生态效益和社会效益进行了综合评价, 以期广藿香生态种植模式的推广提供理论依据和参考。

关键词: 广藿香; 生态种植; 生态因子; 连作障碍; 经济效益; 生态效益; 社会效益; 综述

中图分类号: R282.2

文献标志码: A

文章编号: 1007-3213(2024)11-3084-07

DOI: 10.13359/j.cnki.gzxbtcm.2024.11.039

Analysis of Ecological Factors and Research Progress in Ecological Planting
Mode of *Pogostemon cablin*BAO Yun-Zi^{1,2}, CHEN Lin-Yuan^{1,2}, QIU Kai-Ying^{1,2}, NI Yan-Mei³,
DING Han-Qing³, WANG Li-Ping^{1,2}, LIU Zi-Qi⁴,
ZHAN Ruo-Ting^{1,2}, CHEN Li-Kai^{1,2,4}

(1. School of Pharmaceutical Sciences, Guangzhou University of Chinese Medicine, Guangzhou 510006 Guangdong, China;

2. Ministry of Education Key Laboratory of Chinese Medicinal Resource from Lingnan, Guangzhou University of

Chinese Medicine, Guangzhou 510006 Guangdong, China; 3. Guangdong Agriculture Group Tropical

Agriculture Research Institute Co., Ltd, Guangzhou 510507 Guangdong, China; 4. Guangdong

Yintian Agricultural Technology Co., Ltd, Yunfu 527300 Guangdong, China)

Abstract: *Pogostemon cablin* is a famous southern medicine. As the important raw material for modern medicine and industry, *Pogostemon cablin* becomes required with a large marketing demand. However, due to the serious continuous cropping obstacles in the growth process of *Pogostemon cablin*, the aggravation of diseases of *Pogostemon cablin* and the degradation of its quality arose. This paper outlined the ecological factors such as climate factors, soil factors and topographic factors suitable for the growth of *Pogostemon cablin*, analyzed the continuous cropping obstacles and diseases arising in the cultivation, reviewed the current ecological planting mode of *Pogostemon cablin* such as crop rotation, intercropping, relay-cropping and under-forest planting, and also made a comprehensive evaluation of the economic benefits, ecological benefits and social benefits of the ecological planting mode of *Pogostemon cablin*, aiming to provide a theoretical basis and a reference for the promotion of the ecological planting mode of *Pogostemon cablin*.

Keywords: *Pogostemon cablin*; ecological planting; ecological factors; continuous cropping obstacles; economic benefits; ecological benefits; social benefits; review

收稿日期: 2023-12-19

作者简介: 包韵滋(2000-), 女, 在读硕士研究生; E-mail: baoyunzi@163.com

通信作者: 陈立凯(1986-), 男, 副研究员; E-mail: chenlk@gzucm.edu.cn

基金项目: 广东省自然科学基金资助项目(编号: 2023A1515030194); 广东省乡村振兴战略专项省级项目(编号: GDNK20230331); 广东省现代南药产业技术体系创新团队项目(编号: 2023KJ148); 云浮市中医药(南药)产业创新团队项目(编号: 202301)

广藿香是唇形科刺蕊草属植物广藿香 *Pogostemon cablin* (Blanco) Benth. 的干燥地上部分, 原产于菲律宾、马来西亚、印度等国, 国内主要分布于广东、广西和海南, 是著名的“十大南药”^[1]之一。广藿香味辛、性微温, 具有芳香化浊、和中止呕、发表解暑之效, 是藿香正气口服液(水、胶囊、丸)、抗病毒口服液等多种中成药的重要生产原料^[2], 具有很高的药用价值与经济价值。广藿香油作为现代医药和工业的重要原料, 不仅可用作食品添加剂, 还广泛应用于日用化妆品、药品、香水等行业, 市场需求量巨大^[3]。然而在广藿香的种植过程中存在严重的连作障碍, 导致广藿香植株出现发育缓慢, 叶小而黄, 根部腐烂褐变, 甚则病害频发等现象^[4-5]。

生态因子是影响植物生长和品质的主要因素^[6]。生态因子包括气候因子(温度、水分、气候变化)、土壤因子(土壤物理特性、土壤化学特性、土壤微生物)、地形因子(海拔、坡度、坡向)等。广藿香在不同生长周期中受到多种生态因子的影响, 这些生态因子不仅会影响植物的生长发育, 还会影响植物资源的分布情况^[7-8]。

国务院在2020年11月发布的《关于防止耕地“非粮化”稳定粮食生产的意见》中, 强调了要抑制耕地“非粮化”现象不断扩大的趋势^[9], 并且强调了生态种植模式在中草药与农业发展中的重要性。探索、整合、优化和广泛推广中药材生态种植模式及相关技术, 是中药生态农业实践的主要任务^[10]。随着中药生态农业理念的提出, 人们为了保证广藿香药材质量和有效利用土地, 减少农药化肥的施用, 采取了套种、间作、林下种植、轮作等生态种植方式以获得良好效益。

本文概述了适合广藿香生长的生态因子, 并对其种植中存在的问题进行分析和总结, 综述了广藿香现有的生态种植模式, 并对广藿香生态种植模式的经济、生态和社会效益进行了综合评价, 以期广藿香生态种植模式的推广提供理论依据和重要参考。

1 广藿香生态因子特征分析

广藿香生长的生态因子包括气候因子、土壤因子和地形因子。

1.1 气候因子 广藿香喜温, 畏严寒, 尤怕霜冻, 其最适宜的生长气温为25~28℃, 在气温

17℃以下生长缓慢, 在-2℃以下若出现霜冻, 多数植株可能会枯死^[7]。广藿香适宜生长于春季和秋季较温暖湿润的气候, 因此广藿香移栽种植通常分为春植和秋植。春植是在4月的清明至谷雨时节, 秋植则是在9~10月份进行。在冬季, 广藿香种植地需覆盖塑料薄膜或搭建棚屋以防霜, 同时在霜前采取熏烟等措施防止冻害^[11]。

广藿香属于喜光植物, 但幼苗期不适合强烈光照, 需适当遮阴, 生长发育期和成熟期则需要充足的光照。罗集鹏等^[12]发现, 广藿香挥发油中的广藿香醇和广藿香酮的合成可能与气温和光照条件相关。广藿香忌干旱, 喜雨量充沛、湿润的环境, 适宜生长于年降雨量为1 600~2 000 mm、相对湿度为80%以上的地区^[7], 年降雨量低于1 600 mm的地区须加强人工灌溉。黄艳萍等^[13]观察到, 随着土壤水分胁迫强度增加及持续时间延长, 广藿香的光合效率呈现下降趋势。在土壤相对水分含量为60%的条件下, 广藿香叶片的叶绿素荧光参数达到最佳水平, 广藿香生长得到促进; 土壤含水量达到80%~85%时^[14], 广藿香具备一定的耐受胁迫能力和清除活性氧的能力, 从而可以提高药材产量和有效成分的积累。然而, 随着土壤水分降低, 广藿香叶片的相对含水量减少, 脯氨酸、可溶性蛋白和丙二醛等物质呈现出先下降后上升的趋势, 超氧化物歧化酶和过氧化氢酶的含量则呈上升趋势^[15]。

1.2 土壤因子 郭治兴等^[16]的研究表明, 广藿香生长发育适宜的土壤因子如下: 土壤pH值为4.5~5.5; 土壤养分以氮为主, 磷、钾次之; 土壤需排水性好, 通透性好; 土壤质地为中壤(沙壤土、壤土、砂质粘壤土), 且营养丰富; 土层厚度在50~150 cm之间, 选地后深耕土壤, 翻深20~25 cm种植广藿香。

此外, 研究^[17-19]表明, 土壤微生物在土壤物质循环中具有重要的作用, 土壤微生物群落种类和数量的变化也是导致广藿香连作障碍发生的重要原因; 土壤酶是指能参与土壤中有机质分解的一类酶, 对土壤有机质代谢、生物循环、土壤肥力等有重要影响, 土壤酶活性的测定可反映连作对广藿香根际土壤理化性质的影响。曹诗佳等^[20]的研究发现, 土壤中的酶活性降低, 广藿香幼苗的地上部分鲜质量呈下降趋势。

1.3 地形因子 广藿香通常种植于平地、缓坡

地、梯田、河边冲积地或者排水情况良好的水田^[11]。研究发现,不同产地、不同海拔对广藿香生长和药效成分的积累有着显著影响^[21-22]。目前,广藿香主要有广州石牌藿香、高要藿香、湛江藿香和海南藿香四大类^[23]。广州石牌藿香原种植于广东省珠江三角洲北部,主要分布在白云山地区和流溪河地区,该地地势平坦,最高海拔为534 m。高要藿香种植于广东省中部偏西的西江北岸,其地势北高南低,地理条件呈现出以西江为主的平原,水道和湖泊交织。湛江藿香种植于广东省西南部,该地地形以平地和平原为主要特征。海南藿香又称南香,主要生长于海南省万宁县和广东省湛江、遂溪、吴川、电白等市县。

2 广藿香种植问题分析

广藿香种植问题主要涉及连作障碍与病害问题。

2.1 连作障碍 连作障碍是指在同一块土地上,以相同栽培条件连续种植同一种作物,导致作物出现生长状况不良、产量较低、病害加重、品质下降的现象^[24],这类问题在药用植物种植中比较明显。连作可显著影响药材的产量和质量。广藿香存在严重的连作障碍,有关广藿香连作障碍方面的研究显示,连作可影响土壤理化性质^[25]、土壤微生物的群落结构^[26]、化感自毒作用^[27]、根际微生物互作效应^[28]等,而这些因素的恶化均会加剧土传病害的发生。顾艳等^[29]的研究表明,广藿香经连作后,其生长状况变差,病害加重,产量大幅度降低。杨春雨^[30]的调查表明,连作广藿香的青枯病发病情况较非连作的广藿香更严重,可能是连作导致病原菌在土壤中积累。何丽平等^[31]的研究表明,连作广藿香与单作广藿香相比,其广藿香醇含量显著降低,连作条件下广藿香的品质较差。此外,连作障碍影响了广藿香叶片中与能量代谢、糖代谢和氨基酸相关的蛋白表达^[32]。

作物连作会改变其根际土壤理化性质,特别是pH值和营养元素。刘晓凤等^[33]的研究发现,连种广藿香1年和2年后,过氧化氢酶、脲酶、碱性磷酸酶和蔗糖酶等关键土壤酶的活性降低,导致广藿香植物对根际周围潜在毒害物质的降解能力减弱,使有毒有害物质在根际土壤中蓄积,说明连作对广藿香的根际环境造成不利影响。徐岩^[34]的研究发现,重茬广藿香随着种植年限的延长,其土壤细菌种类及菌群数量均逐渐减少,土壤优

势度和丰富度均有所下降,土壤微生物由细菌型向真菌型转化,造成植株病害的加重。

众多学者已着手开展实验研究,旨在探讨如何解决广藿香连作障碍的问题。程启东等^[35]的研究表明,在连作1年的广藿香地块中添加适量的竹炭有助于提高广藿香的生长参数,如株高、茎粗、叶面积和叶绿素含量,同时增加单株的干鲜质量。这种措施减缓了连作对广藿香生长及有效成分积累的不利影响,减少了氧化胁迫引起的损害,同时提升了广藿香的抗氧化酶和碳氮代谢酶的活性。郑扬波等^[36]的研究发现,在广藿香连作扦插苗的培养基中添加有益微生物菌群活性液,可显著提升根长、株高、鲜质量、根系活力以及叶绿素含量,且土壤中细菌和放线菌的数量增加,真菌数减少。此外,土壤中脲酶、蔗糖酶以及多酚氧化酶的活性也显著提高;EM菌在广藿香连作栽培中作为一种有效的添加物,能够缓解广藿香的连作障碍。

2.2 广藿香病害问题

广藿香在生产过程中极易受到青枯病、叶斑病和根腐病等多种病害侵袭^[37]。这些病害难以控制和防范,一旦出现便迅速扩散,严重影响广藿香的正常生产。

广藿香整个生长期均受到青枯病的危害,夏季高温多雨季节尤甚。贺红等^[38]通过将青枯菌粗毒素接种于广藿香试管苗,发现粗毒素对广藿香具有显著的致病力;同时,该课题组从植株苗龄、青枯菌菌液适宜浓度以及接种方式等不同方面,探索了广藿香抗病性的鉴定途径,为广藿香抗病种质资源的鉴定和抗病品种的选育提供了依据。近年来的研究表明,采用农业防治与化学防治相结合的方法可预防青枯病,具体操作如下:对靠近根部的土壤进行生石灰或草木灰消毒处理,并在病株及其周边土壤上进行化学药剂的淋施^[39]。杨春雨^[40]对广藿香的育苗和保苗进行探究,发现5 g/L和5 mL/株的“可杀得2000”处理对广藿香青枯病有较好的防治效果,受到处理的“1~2级”病株可以恢复到正常的生长状态,但对于“5级”病株,治疗效果并不理想。

广藿香棒孢霉叶斑病也是广藿香的常见叶部病害,该病害在广藿香的嫩叶和老叶上均可发生,在扦插苗的发病率高达99%,而在组培苗的发病率为50%^[41]。陈旭玉等^[42]利用拮抗细菌来防治广藿

香棒孢霉叶斑病, 并确定了 50% 咪鲜胺锰盐可湿性粉剂(WP)、80% 代森锰锌 WP 和 10% 苯醚甲环唑水分散粒剂(WG)作为最佳药剂。然而, 田间防治试验的稳定性尚未得到证实。董章勇等^[43]通过广藿香盆栽接种广藿香的致病性试验, 结果发现 *Stagonosporopsis* 属植物是引起的广藿香赤霉病叶斑病的关键菌属。

3 广藿香生态种植现状分析

广藿香的生态种植模式包括轮作、间作、套种和林下种植。

3.1 轮作 轮作是一种在同一田地内按时间顺序轮换种植不同作物的方式^[44]。轮作在农业中具备高效利用时间的特点, 被视为有效预防连作障碍的重要策略, 可有效提升土壤的整体肥力, 尤其可显著增加土壤养分含量。黄文洁等^[45]在广藿香与薄荷轮作的田间实验中发现, 与薄荷轮作的广藿香在农艺性状、百秋李醇含量、叶片酶活性以及土壤微生态指标等方面的表现总体上均优于连续种植的广藿香。余晓环等^[18]的研究表明, 广藿香与水稻轮作可显著降低广藿香连作根际土壤中总酚酸和水溶性酚酸的含量, 这可能是改善广藿香生长及有效成分含量的重要方法之一。此外, 轮作模式有助于减轻广藿香连作对根际土壤微生态系统的不良影响, 从而促进植株生长并提高有效成分的含量。虽然广藿香与其他作物的轮作研究尚显匮乏, 但初期的研究结果显示, 开展广藿香与不同作物的轮作具有重要的研究价值。

3.2 间作 间作是指在相同的种植期, 在同一块田块上分行或者分带交替栽植两种或者两种以上的植物的种植方式^[44]。科学合理的间作模式, 能够促进作物养分吸收、抑制土壤病虫害的发生等, 进而增加作物产量。间作可分为多种形式, 包括林药间作、农药间作、果药间作以及药药间作^[46]。

广藿香与不同作物的间作可获得良好的种植效果。胡峻峰等^[47]对广藿香与生姜、豇豆的间作进行了研究, 发现广藿香与豇豆间作改变了土壤电导率和碱解氮含量, 增加了根际有机质含量, 并提高了有益微生物的相对丰度。这些变化影响了广藿香根际微生物群落的结构, 为其提供了良好的生长发育环境。Zeng J 等^[48]在前期工作中发现, 广藿香与姜黄、生姜间作, 可通过对土壤 pH 值与钙含量进行调控, 对土壤理化性质进行改善, 从而对广藿香根际土壤微生物的分布产生影响, 显著降低广藿香的连作效应, 并证明广藿香-姜黄间作模式优于广藿香-生姜间作模式, 但研究发现间作未能改变广藿香根际土壤微生物的优势菌群。周界等^[49]采用广藿香与紫苏间作的种植模式, 成功克服了广藿香连作的制约, 显著提升了产量, 并降低了农药的使用量。覃杰凤等^[50]在桃榔幼林下先套种玉米, 玉米采收后翻土, 利用玉米茎秆进行土壤改良, 培肥土壤, 将广藿香扦插于原玉米栽培垄上, 提高了土壤资源的有效利用, 优化了广藿香的生长环境, 提高了作物的产量和品质。广藿香与生姜、姜黄、豇豆、紫苏、玉米间作的生态种植模式, 可充分利用土地资源, 缓解广藿香连作障碍, 并能促进改善广藿香的生长发育。广藿香的 5 种生态间作种植模式的综合评价结果见表 1。

3.3 套种 套作指在前季作物生长末期的植株行或畦之间播种或种植后季作物的种植模式^[44]。套作解决了前、后两季作物之间的生长季节矛盾, 能充分利用时间、空间、光照和其他资源, 从本质上推动作物质量与产量的提高, 并且改善植物生长的土壤微生态。有关广藿香与其他作物的套种模式研究相对较少, 本课题组对产区的调研发现, 近年来民间出现了广藿香与玉米套种的实验模式。这种种植模式下, 广藿香和玉米对环境条件的适应性相似, 两者的形态和生长特征相辅相

表 1 广藿香生态间作模式的综合评价

Table 1 Comprehensive evaluation of the ecological intercropping mode of *Pogostemon cablin*

间作参数	广藿香-生姜 ^[47]	广藿香-姜黄 ^[48]	广藿香-豇豆 ^[47]	广藿香-紫苏 ^[49]	广藿香-玉米 ^[50]
种植时间	3~4 月份种植生姜	4~5 月份种植姜黄	3~4 月份种植豇豆	3 月份种植紫苏	3~5 月份种植玉米
采收时间	11 月份采收生姜	12 月份下旬采收姜黄	6 月份采收豇豆	9 月份下旬到 10 月份 上旬采收紫苏	7~8 月份采收玉米
生态效益	增加根际土壤益生菌, 具有一定的抑菌效果	提高土壤的肥力; 对土壤病原菌具有抑制作用, 防控病虫害	降低广藿香幼苗期光照, 以适应广藿香生长需求	缓解广藿香的连作障碍	降低广藿香幼苗期光照, 以适应广藿香生长需求

成，形成了互相补充的优势；广藿香-玉米套种模式能提高广藿香苗期成活率，改善土壤微生物环境，有效利用土地空间，显著提高种植效益，同时还能有效缓解广藿香连作对土壤的不良影响。

基于目前农作物和药用植物的套种模式的相关研究，结合广藿香的物候特性、玉米的生长期，以及农业生产管理的基本需求，本课题组设计了一套广藿香-玉米套种模式简表，见表2。

表2 广藿香-玉米套种模式简表

Table 2 The brief table of relay-cropping mode of *Pogostemon cablin* and corn

时间	广藿香物候期	玉米生育期	农事管理要点
1~3月	育苗期(生根)	播种至出苗期	(1)种植前土壤消毒；(2)铺地膜；(3)施基肥；(4)种植广藿香前，需浸根消毒
4月	生长缓慢期 (移栽大田)	出苗至拔节期	(1)广藿香种植后用定根水；(2)施底肥；(3)灌定根水，保持田间湿润，控水养根； (4)玉米浸种催芽；(5)前期注意虫害
5月	生长缓慢期	抽穗期(拔节至抽雄)	(1)追加复合肥；(2)做好青枯病等病害防治，出现病害需连根拔起消毒土地；(3)除草；(4)玉米苗期注意补苗、间苗
6月	快速生长期	花粒期(抽雄至成熟)	(1)追肥；(2)梅雨季节注意排水；(3)玉米隔行去雄，或者同行隔株去雄
7月	快速生长期	全发育期	(1)追肥；(2)梅雨季节注意排水；(3)玉米成熟后立即采收，让广藿香有充足的阳光照射
8~9月	成熟期		(1)追肥；(2)注意灌水和排水
10~12月	完全成熟期		(1)追肥；(2)测广藿香代谢物含量，达到指标后采收；(3)注意霜冻，天气太冷需提前采收

注：玉米分春玉米和夏玉米两种，春玉米在清明前后播种，在7月中后期收割；夏季可种植第二茬玉米，于12月上中旬收割。若玉米与广藿香套种，则一年只种一轮。广藿香适合生长于我国南方雨水充沛的地区，广州郊区一般在清明节前后开始种植，而海南万宁则在6~8月间进行种植

3.4 林下种植 林下种植是指通过合理利用森林空间资源，采用多层次的栽培方式来发展林下种植植物^[44]。这种模式能够有效利用森林的遮阴效应，适合大部分耐阴、耐寒的中药材生长。林下种植中药材能够充分利用土地资源，保障森林资源及其他资源可持续利用，给药材生产创造了相当大的效益。庞玉新等^[51]对橡胶林下种植广藿香进行研究，采用水蒸气蒸馏法对橡胶林下和露地种植的广藿香进行精油提取，发现橡胶林下种植的广藿香精油的产率比露地种植的广藿香稍低，树龄为2~3年的橡胶林为广藿香生长的适宜环境，对广藿香精油生产质量影响不大，且有较好的经济效益。本课题组对产区的调研发现，目前发展了一些林下广藿香发展试验模式，如荔枝林下种植广藿香模式，楠木、榉木、红豆杉等珍贵树种林下套种广藿香模式等。

4 广藿香施肥技术分析

在药用植物的种植过程中，合理施肥可促进作物生长、药材增产，同时还可以提高药材品质^[52]。潘超美等^[53]的研究发现，广藿香耐肥性强，随着施肥水平的增加，广藿香挥发油含量、鲜质

量以及干物质积累量均显著增加。

广藿香作为一种全草类一年生药材，国内少见开花。卢丽兰^[54]的研究发现，高配比的氮、磷、钾对广藿香的生长发育和产量均有较大的促进作用。其中，氮元素对广藿香的生长和产量的影响尤为显著，而磷和钾元素则对其发育和产量无显著影响。卢丽兰等^[55]还发现，采用硝铵比为75:25的氮供应能更有效地促进广藿香的生长和提高其光合效能；硝铵比为50:50和25:75的处理条件下，有利于提升广藿香的主要药效成分含量。

磷元素也是与植物生长发育密切相关的重要元素，在呼吸代谢、能量代谢及酶促反应中起着关键作用^[56]。杨欣等^[57]通过考察不同施磷水平下广藿香中的药效成分变化情况，发现中低水平磷肥均可影响广藿香药效成分。

因此，科学施肥可促进药用植物活性成分含量的积累。卢丽兰等^[58]研究了有机肥和化肥不同比例的8种处理方式对广藿香生长发育、产量、含油量和品质的影响，研究结果表明，75%有机肥料和25%的化学肥料的混合施用方式是广藿香最为合适的施肥方案。

5 广藿香生态种植效益分析

5.1 经济效益 广藿香生态种植正在道地与适宜产区加大发展,形成了多种特色鲜明的广藿香生态种植模式,既拉动了广藿香产业的发展,也为种植户创造了良好的经济效益。生态种植主要占用土地、林下或荒坡地,土地租赁费用比农田低,可以节约生产成本,而且无需花费在农药、遮阳网等其他投资上。并且,广藿香生态种植年限较短,无需长时间的人工介入,人工投入少,种植广藿香的经济效益也高于种植大多数农作物。因此,大力发展广藿香生态种植模式是实现广藿香产业可持续发展的重要途径^[59]。

5.2 生态效益与社会效益 中药生态农业在取得良好的经济效益的同时,也具有显著的生态效益^[60]。广藿香的生态种植不仅可有效利用土地资源,同时也改善了土壤微生物群落,减少病害、农药以及化肥的使用量,且未对广藿香的有效成分含量产生影响^[47-49],符合康传志等^[61]提出的中药材生态种植模式及技术评估模型。

大力发展广藿香生态种植模式,可从源头上确保药材的质量与安全,极大地促进广藿香产业的发展,填补广藿香种植可持续创业领域的空缺。广东不少乡镇已通过发展南药种植产业实现了脱贫致富,科学引导农民进行广藿香生态种植,可以进一步加快农民脱贫致富的步伐,从而带动乡村振兴,实现规模社会效益^[62]。

6 小结

广藿香通常种植于平地、梯田和缓坡上,但连作问题严重影响其品质,导致病害加重。采用广藿香与玉米、紫苏、姜黄、生姜、水稻和豇豆等作物间作的生态种植模式,可较好地解决这些问题。本文分析并总结了现有广藿香生态种植的文献并提出建议。在种植方面,广藿香可以通过与其他农作物进行轮作,避免连作障碍,也可通过与不同作物进行间作、套种,有助于改善其根系土壤质量和减少病害。在施肥方面,值得进一步研究广藿香土壤养分及根系微生物对有效成分的综合效果,构建广藿香“土壤-根系微生物-中药功能组分”的调控机制;研究广藿香的常规水肥管理,可考虑使用生物菌肥等新型施肥方式,以实现减肥增效,提高其产量与品质。

为防止农田“非粮化”,应确立适宜的生态种植模式,促进农作物与药用植物协同发展,推动其产量与品质提升。因此,广藿香的生态种植模式有着持续研究的价值。未来可探索更多不同的生态种植模式,以完善广藿香的生态种植体系,筛选最优的种植模式。

参考文献:

- [1] 吴友根,郭巧生,郑焕强.广藿香本草及引种历史考证的研究[J].中国中药杂志,2007,32(20):2114-2117.
- [2] 国家药典委员会.中华人民共和国药典:一部[M].北京:中国医药科技出版社,2020:46-47.
- [3] 李楚,荆文光,程显隆,等.广藿香药材及饮片质量标准提升研究[J].中国现代中药,2023,25(2):281-289.
- [4] 黄慧玲,吴带娣,张丹华,等.广藿香转录因子PcFBA-1的克隆及与FPFS启动子的互作调控分析[J].中国中药杂志,2022,47(2):412-418.
- [5] 李龙明,李明,黎韵琪,等.不同连栽年限对广藿香植株生长及其药材品质的影响[J].广东药学院学报,2016,32(3):315-319.
- [6] 侯娅,马阳,邹立思,等.生态因子对药用植物次生代谢物的影响及其研究方法[J].时珍国医国药,2015,26(1):187-190.
- [7] 吴明丽,李西文,黄双建,等.广藿香全球产地生态适宜性分析及品质生态学研究[J].世界科学技术--中医药现代化,2016,18(8):1251-1257.
- [8] 韩颖,冯婉庆,张婷婷,等.生态因子对药用植物资源分布的影响[J].中华中医药杂志,2023,38(4):1450-1453.
- [9] 位佳佳,陈学渊,吴永常,等.西北旱区耕地“非粮化”时空演变分析——以陕西大荔为例[J].中国农业资源与区划,2023,44(4):24-34.
- [10] 郭兰萍,康传志,周涛,等.中药生态农业最新进展及展望[J].中国中药杂志,2021,46(8):1851-1857.
- [11] 赖增哲,张华通,何旭君,等.广藿香扦插苗种植管理技术[J].现代农业研究,2018,24(7):55-56,76.
- [12] 罗集鹏,冯毅凡,何冰,等.广藿香的道地性研究[J].中药材,2005,28(12):1121-1125.
- [13] 黄艳萍,袁萍,沈晓萌,等.不同水分处理对广藿香生长、生理生化特性及有效物质积累的影响[J].中国现代中药,2015,17(5):471-474.
- [14] 黄艳萍,袁萍,沈晓萌,等.水分胁迫对不同广藿香品种生理生化的影响[J].安徽农业科学,2015,43(17):79-81.
- [15] 黄艳萍,袁萍,沈晓萌,等.水分胁迫对广藿香叶绿素荧光特征的影响[J].安徽农业科学,2016,44(1):171-173,177.
- [16] 郭治兴,柴敏,王静,等.广东省广藿香土壤生态适宜性评价[J].广州中医药大学学报,2011,28(1):70-74,107-108.
- [17] 洪彪,李明,黄结雯,等.连作对广藿香扦插苗土壤微生物及酶活性的影响[J].江西农业大学学报,2020,42(3):438-447.
- [18] 余晓环,李明,洪彪.广藿香连作及轮作对其品质及土壤生态的影响[J].时珍国医国药,2022,33(7):1719-1722.
- [19] 李敬辉,李明,李龙明,等.连作土壤施加竹炭对广藿香幼

- 苗生长的影响[J]. 西北农业学报, 2019, 28(9): 1508-1514.
- [20] 曹诗佳, 严武平, 姚广龙, 等. 对羟基苯甲酸对广藿香幼苗根系抗氧化酶及土壤酶活性的影响[J]. 分子植物育种, 2022, 20(12): 4094-4100.
- [21] 罗集鹏, 刘玉萍, 冯毅凡, 等. 广藿香的两个化学型及产地与采收期对其挥发油成分的影响[J]. 药学报, 2003, 38(4): 307-310.
- [22] 王晓宇. 浅析林下经济植物广藿香种质资源保护与栽培技术[J]. 热带农业工程, 2023, 47(3): 121-124.
- [23] 何国振, 李锦坤, 高伟, 等. 广东省广藿香种植业发展战略[J]. 中国农学通报, 2012, 28(31): 288-292.
- [24] 张英英, 魏玉杰, 杨宪忠, 等. 药用植物连作障碍形成机理研究进展[J]. 现代农业科技, 2023, 30(3): 87-91.
- [25] 段修冉, 李明, 李龙明, 等. 广藿香不同茬口土壤对其幼苗农艺性状和百秋李醇含量的影响[J]. 中药材, 2017, 40(11): 2516-2519.
- [26] 吴友根. 广藿香连作障碍的根际土壤生态学研究[D]. 海口: 海南大学, 2015.
- [27] 郭娇. 化感物质对广藿香幼苗生长及土酶活性的影响[D]. 海口: 海南大学, 2016.
- [28] 李贤超. 广藿香植株化感作用及其根际土壤自毒作用与矿质元素含量的研究[D]. 海口: 海南大学, 2014.
- [29] 顾艳, 梅瑜, 徐世强, 等. 广藿香种质资源及栽培技术研究进展[J]. 热带作物学报, 2022, 43(8): 1595-1603.
- [30] 杨春雨. 连作对广藿香青枯病的影响[J]. 植物医生, 2012, 25(1): 19-20.
- [31] 何丽平, 吴友根, 张军锋, 等. 连作广藿香挥发油及百秋李醇含量的变化[J]. 热带生物学报, 2017, 8(2): 169-173.
- [32] 何丽平. 连作障碍下广藿香叶片差异蛋白表达分析[D]. 海口: 海南大学, 2016.
- [33] 刘晓凤, 严武平, 曹诗佳, 等. 连作对广藿香根际土壤理化性状和土壤酶活性的影响[J]. 分子植物育种, 2023, 21(18): 6164-6170.
- [34] 徐岩. 广藿香化感自毒作用与根际土壤微生物互作效应研究[D]. 海口: 海南大学, 2015.
- [35] 程启东, 李敬辉, 李明. 田间施加竹炭对连作广藿香生长及品质的影响[J]. 中药材, 2022, 45(8): 1807-1811.
- [36] 郑扬波, 李明, 张梓豪, 等. EM菌对连作广藿香扦插苗生长特性及土壤微生物的影响[J]. 华南农业大学学报, 2019, 40(2): 60-64.
- [37] 李颀, 邓志成, 贺红, 等. 广藿香青枯病菌 rep-PCR 基因指纹图谱分析[J]. 中药新药与临床药理, 2016, 27(6): 871-876.
- [38] 贺红, 温雁鹰, 许仕仰, 等. 广藿香抗青枯病鉴定方法的研究[J]. 广州中医药大学学报, 2011, 28(3): 301-305.
- [39] 范会云, 陈卫明, 邓乔华, 等. 广藿香青枯病研究进展[J]. 中药材, 2021, 44(1): 229-232.
- [40] 杨春雨. 苗圃广藿香青枯病药剂防治试验[J]. 植物医生, 2010, 23(6): 32-33.
- [41] 陈旭玉, 何其光, 甘炳春. 广藿香棒孢霉叶斑病拮抗菌的分离鉴定及生物农药的筛选[J]. 江西农业学报, 2012, 24(6): 64-66.
- [42] 陈旭玉, 甘炳春, 隋春, 等. 广藿香棒孢霉叶斑病原菌生物学特性及药剂筛选[J]. 农药, 2012, 51(3): 215-217, 221.
- [43] DONG Z, HUANG Y, ISHARA S. *Stagonosporopsis pogostemonis*: a novel ascomycete fungus causing leaf spot and stem blight on *Pogostemon cablin* (Lamiaceae) in south China [J]. Pathogens, 2021, 10(9): 1093.
- [44] 郭巧生. 药用植物栽培学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2009.
- [45] 黄文洁, 李明. 广藿香-薄荷轮作和广藿香连作对其品质及其根际土壤微生物生态的影响[J]. 西南农业学报, 2024, 37(02): 276-285.
- [46] 赵江怡, 孙志蓉, 张子龙. 我国中药材种植模式研究进展[J]. 中国现代中药, 2021, 23(2): 372-380.
- [47] 胡峻峰, 曾建荣, 刘键锤, 等. 广藿香间作生姜与豇豆对其根际微生物群落多样性的影响[J]. 中药材, 2022, 45(10): 2316-2321.
- [48] ZENG J, LIU J, LU C, et al. Intercropping with turmeric or ginger reduce the continuous cropping obstacles that affect *Pogostemon cablin* (Patchouli) [J]. Front Microbiol, 2020, 11: 579719.
- [49] 周界, 潘雨萍, 李明. 广藿香间作紫苏对其连作障碍的缓解效应[J]. 北方园艺, 2020, 42(13): 111-117.
- [50] 覃杰凤, 马仙花. 桃榔幼林间作套种模式初探[J]. 黑龙江粮食, 2023, 30(5): 29-31.
- [51] 庞玉新, 张影波, 吴敏, 等. 橡胶林下栽培和露地栽培广藿香精油成分的对比研究[J]. 生物质化学工程, 2014, 48(5): 15-18.
- [52] 曾波, 何忠俊, 毛昆明, 等. 药用植物施肥研究进展[J]. 云南农业大学学报, 2007, 22(4): 587-592.
- [53] 潘超美, 李薇, 徐鸿华, 等. 施肥水平对广藿香生长及挥发油积累的影响[J]. 中药材, 2003, 26(8): 542-544.
- [54] 卢丽兰. 氮磷钾水平及其配合施用对广藿香生长及药效成分影响的研究[D]. 陕西咸阳: 西北农林科技大学, 2016.
- [55] 卢丽兰, 杨新全, 王彩霞, 等. 不同硝铵比氮素供应对广藿香生长及药效成分的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2017, 23(5): 1314-1325.
- [56] 彭正萍, 张家铜, 袁硕, 等. 不同供磷水平对玉米干物质和磷动态积累及分配的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2009, 15(4): 793-798.
- [57] 杨欣, 卢丽兰, 杨新全, 等. 磷水平对广藿香药效成分的影响[J]. 辽宁中医杂志, 2020, 47(12): 148-150.
- [58] 卢丽兰, 杨新全, 赵世翔, 等. 有机肥与化肥配施对广藿香生长、品质及土壤养分的影响[J]. 农业机械学报, 2015, 46(10): 184-191.
- [59] 康传志, 张燕, 王升, 等. 基于多个利益相关方的中药生态农业经济效益分析[J]. 中国中药杂志, 2021, 46(8): 1858-1863.
- [60] 郭兰萍, 康传志, 周涛, 等. 中药生态农业最新进展及展望[J]. 中国中药杂志, 2021, 46(8): 1851-1857.
- [61] 康传志, 王升, 黄璐琦, 等. 中药材生态种植模式及技术的评估[J]. 中国现代中药, 2018, 20(10): 1189-1194.
- [62] 徐智玮, 贾守宁, 王双玺, 等. 青海省道地和地产中药材种植现状与效益分析研究[J]. 中国现代中药, 2023, 25(11): 2402-2407.

【责任编辑: 贺小英】